



00862.017963

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
: Examiner: Unassigned
ICHIRO OKUMURA, ET AL.)
: Group Art Unit: Unassigned
Application No.: 10/799,595)
:
Filed: March 15, 2004)
:
For: MANIPULATOR) June 1, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

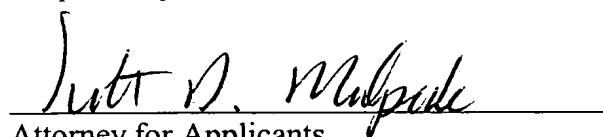
Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is
a certified copy of the following foreign application:

2003-076655, filed March 19, 2003.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C.
office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our
below-listed address.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants
Scott D. Malpede
Registration No. 32,533

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

SDM/vmm
DC_MAIN 167622v1

Apph. No.: 10/799,595
Filed: 3/15/04
Inventors: Ichiro Okumura, et al.
Att. Unit: Unassigned

CF017963

US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 6 6 5 5
Application Number:

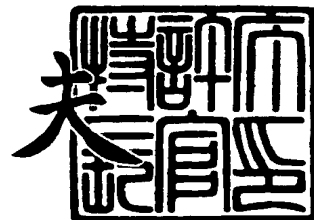
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 6 6 5 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 4 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 7 8 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 252003

【提出日】 平成15年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B25J 7/00
B23Q 1/00

【発明の名称】 マニピュレータ

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 奥村 一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 林 禎

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100086483

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 一男

【電話番号】 04-7191-6934

【手数料の表示】

【納付方法】 予納

【予納台帳番号】 012036

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704371

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マニピュレータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の回転自由軸でもって駆動、制御される操作対象物用操作部材を有し、該複数の回転自由軸の全てが 1 点で交わると共に該操作部材の操作先端部が該交点近傍に配設される様に構成されていることを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】 前記操作部材は球殻状移動体に一体的に設けられ、該操作部材の操作先端部は該球殻状移動体の中心近傍に配設され、該球殻状移動体は複数のモードで振動可能な振動体に接触していて、該振動体の振動の制御により該球殻状移動体のその中心の回りの回転が制御されて該操作部材の姿勢が制御される様に構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 3】 第 1 アームが取り付けられた第 1 回転軸を回転させる第 1 回転手段、該第 1 アームに取り付けられて、第 2 アームが取り付けられた第 2 回転軸を回転させる第 2 回転手段、該第 2 アームに取り付けられて、第 3 アームが取り付けられた第 3 回転軸を回転させる第 3 回転手段が設けられ、該第 3 回転軸に前記操作部材が取り付けられ、該第 1、第 2、第 3 回転軸は該操作部材の操作先端部を通るように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 4】 請求項 1、2 または 3 に記載のマニピュレータ、前記操作対象物及び操作部材の操作先端部を拡大観察する為の拡大観察装置、該マニピュレータを遠隔操作する為の遠隔操作装置からなることを特徴とする微小物操作装置。

【請求項 5】 前記マニピュレータが操作対象物の上側、前記拡大観察装置が操作対象物の下側に配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の微小物操作装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学式顕微鏡、電子顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡などの拡大観察

装置を使用して、マイクロマシンの部品、ユニットなど微小物体を組み立てる微小部品組み立て装置、あるいは生体の微細組織、細胞、遺伝子などを物理的に操作して診断、治療、研究、生物生産などを行う小型マニピュレータ装置などのマニピュレータ、それを用いた微小物操作装置等に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、通常の大きさの軸受けを使って通常の大きさのアームを回転させて操作部材（エンドエフェクタ）の姿勢を制御する技術、円弧状のガイドに沿ってアームや工具を回転させて作業装置で微小ワークに所要の処理を行う技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平7-256575号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記の如き従来装置において、エンドエフェクタの先端が軸受けや円弧状ガイドの回転軸上にないと姿勢制御動作によりエンドエフェクタの先端が顕微鏡の視野範囲外や焦点深度外に出てしまい、顕微鏡とエンドエフェクタの先端の位置を合わせ直す必要があった。この様に、微小物を操作するマニピュレータでは、先端のエンドエフェクタの姿勢を制御するとき、操作対象物が顕微鏡の視野内から外れてしまうことが多い。特に、回転3自由度をもつマニピュレータでは、従来、それぞれの自由度の回転軸が一致しておらず、またそれぞれの回転軸が1点で交わるような構造になっていないため、姿勢制御動作によりエンドエフェクタの先端が顕微鏡の視野範囲外や焦点深度外に出てしまうことが多かった。こうした場合、顕微鏡とエンドエフェクタの先端の位置を合わせ直す必要があり、作業に多大な時間を要していた。

【0005】

本発明の目的は、上記問題点を解決した、微小対象物を操作する小型マニピュレータ装置などのマニピュレータ、それを用いた微小物操作装置等を提供するこ

とにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明のマニピュレータは、複数の回転自由軸でもって駆動、制御される操作対象物用操作部材を有し、複数の回転自由軸の全てが1点で交わると共に操作部材の操作先端部が該交点近傍に配設される様に構成されていることを特徴とする。ここでは、マニピュレータが複数（典型的には3）の回転自由な全ての軸が1点で交わる機構を持ち、操作対象物を操作する操作部材（エンドエフェクタ）の先端部が該交点近傍に配設されるので、例えば、エンドエフェクタの姿勢を変えてもその先端部は顕微鏡の視野内に入れて置くことができる。

【0007】

上記基本構成に基づいて次の様な態様が可能である。

前記操作部材が球殻状移動体に一体的に設けられ、操作部材の操作先端部が球殻状移動体の中心近傍に配設され、球殻状移動体が複数のモードで振動可能な振動体に接触していて、振動体の振動の制御により球殻状移動体のその中心の周りの回転が制御されて操作部材の姿勢が制御される様に構成されている形態を採り得る。ここでも、振動体の振動を制御して球殻状移動体の回転をコントロールする場合、エンドエフェクタの姿勢を変えてもその先端部は顕微鏡の視野内に入れておかれる。

【0008】

また、第1アームが取り付けられた第1回転軸を回転させる第1回転手段、第1アームに取り付けられて、第2アームが取り付けられた第2回転軸を回転させる第2回転手段、第2アームに取り付けられて、第3アームが取り付けられた第3回転軸を回転させる第3回転手段が設けられ、第3回転軸に前記操作部材が取り付けられ、第1、第2、第3回転軸が操作部材の操作先端部を通るように構成された形態も採り得る。

【0009】

更に、上記目的を達成する本発明の微小物操作装置は、上記のマニピュレータ

、前記操作対象物及び操作部材の操作先端部を拡大観察する為の拡大観察装置、マニピュレータを遠隔操作する為の遠隔操作装置からなることを特徴とする。ここでも、上記マニピュレータの利点が生かされる。例えば、マニピュレータが操作対象物の上側、前記拡大観察装置が操作対象物の下側に配置され得る。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、より具体的な本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0011】

(第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態を図1、図2に沿って説明する。本実施形態は回転3自由度の全ての軸が1点で交わる機構を用いるが、この方式では、特開平11-220891号公報に開示されている様な3自由度をもつ振動型アクチュエータの球状回転体の中心付近にエンドエフェクタの先端操作部の中心を配置する。このような振動型アクチュエータは回転軸が任意に設定可能であるが、全ての回転軸は球状回転体の中心を通るため、シンプルで剛性の高いシステムを構成できる。球状回転体の位置、速度をフィードバックするセンサは特開平10-65882号公報に開示されているような検出原理を使った2次元の位置センサが適している。これは、光学マウスのような方式で照射光源から発せられる光を球表面に照射し、それによって球表面の微小な形状に対応する高輝度領域および比較的低輝度の領域からなる照射パターンを形成し、球面とセンサとの相対移動によるその照射パターンの移動を利用して移動情報を得るものである。

【0012】

図1は本実施形態の主要部分の特徴を最も良く表す図で、20-1、20-2、20-3は、夫々、多自由度振動型アクチュエータの第1の弾性体の振動子、第2の弾性体の振動子、第3の弾性体の振動子で、1-1、1-2はそれぞれ曲げ振動と縦振動を発生させる圧電セラミックスである。振動子20は、圧電セラミックス用の電極板部から径方向に伸びた腕部(図6の1-2'参照)などで不図示のフレームに固定支持されている。多自由度振動型アクチュエータの駆動原理と構成の詳細は後述する。

【0013】

また、2はその球面が振動子20-1に接触する球殻状の移動体であり、本実施形態ではその一部のみが球面となっていて、その球面が振動子20-1と接触する。駆動制御のメカニズムは後述する。3は球殻状移動体2の下部の取り付け部に一体的に取り付けられたマイクロハンドであり、細胞などの微小物体を掴んだり放したりの把持操作、あるいは穴を開けたり切断したりする加工操作などの操作機能をもつハンドである。マイクロハンド3は移動体2の球面の中心近傍に配置される。4は、細胞などの微小物体が収容される容器であり、ガラスなどの透明材料で出来ていて、生理食塩水などの液体が入っていることが多い。5はXYあるいはXYZステージであり、この上の容器4の位置を調整して、マイクロハンド3と操作対象物である微小物体との相対的な位置を調整することができる。6は顕微鏡などの拡大観察装置であり、操作対象物とマイクロハンド3の像を拡大して観測できる。図1では、拡大観察装置6はXYZステージ5の中心の穴を通し、透明容器4の下から観察している。7はマグネットであり、鉄製の移動体2を吸引して移動体2を保持すると共に、移動体2の球面を振動子20-1に一定の圧力で接触させる機能を持つ。

【0014】

多自由度振動型アクチュエータの詳細を説明する。図2はこの振動型アクチュエータの駆動原理を示し、単一の振動体としての円柱形状の弾性体31間に、図2の(b)、(c)、(d)に夫々示す変位を与える電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子33が挟持固定されている。圧電素子としては、例えば単板の圧電素子板を複数枚重ね合わせ、必要に応じて圧電素子板の間に電極板を挟み込むようにして、必要とする圧電素子板に対して個々に駆動のための交番信号を印加できるようにしている。ここにおいて、圧電素子33は、交番信号の印加により軸方向に伸縮変位を繰り返し、図2の(b)に示すように、互いに直交するx、y、zの3軸の内、z軸方向の変位である縦振動を励起する第1の圧電素子と、図2の(c)に示すように、z-x平面内で横(曲げ)振動を励起する第2の圧電素子と、図2の(d)に示すように、z-y平面内で横(曲げ)振動を励起する第3の圧電素子を有している。上記の第1の圧電素子は、厚さ方向に一

様に分極されている。また、第2、第3の圧電素子は、直径を挟んだ両側の部分で、厚さ方向に互いに逆極性を持つように分極されている。

【0015】

ここで、前記第2の圧電素子と前記第3の圧電素子に対して例えば位相が90°異なる交番信号を印加すると、振動体に対する2つの曲げ振動の合成で、振動体の表面上にはz軸回り（x-y平面内）の楕円運動が形成される。この場合、x軸とy軸についての振動体の固有振動数は略一致するため、この固有振動数を駆動周波数とする交番信号を前記第2の圧電素子と前記第3の圧電素子に印加すれば上記した楕円振動が生成されることになる。

【0016】

次に、前記第1の圧電素子に前記振動体のz軸方向における固有振動数と略一致する周波数の交番信号を印加すると、前記振動体は一定の周期で1次モードで縦振動を繰り返すことになる。その際、前記振動体が振動する縦振動の振動の1周期と一致（略一致）した1周期の振動で励振するように前記第2の圧電素子に交番信号を印加すると、前記振動体の表面上の点にはx-z平面内の楕円運動が生成され、x軸方向（y軸回り）への駆動力が得られる。この場合、前記振動体のz軸方向における固有振動数とx-z平面における曲げ振動の1次モードの固有振動数は異なるため、図2の（c）に示すように、ここではx軸方向の曲げ振動に対する固有振動数の2次モードで前記第2の圧電素子を駆動し、縦振動の周期と曲げ振動の周期とを一致させるようにしている。

【0017】

同様にして、前記振動体が振動する縦振動の振動の1周期と一致（略一致）した1周期の振動で励振するように前記第3の圧電素子に交番信号を印加すると、前記振動体の表面上の点にはy-z平面内の楕円運動が生成され、y軸方向（x軸回り）への駆動力が得られる。この場合、前記振動体のz軸方向における固有振動数とy-z平面における曲げ振動の固有振動数は異なるため、図2の（d）に示すように、ここではy軸方向の曲げ振動に対する固有振動数の2次モードで前記第3の圧電素子を駆動することにより、縦振動の周期と曲げ振動の周期とを一致させるようにしている。すなわち、振動体1の固有振動数に近い周波数の交

番信号、例えば交流電圧を第1の圧電素子、第2の圧電素子および第3の圧電素子に印加することにより、振動体に図2の(b)、(c)、(d)のような固有振動の縦振動あるいは横(曲げ)振動が励振される。そして、前記第1の圧電素子、第2の圧電素子及び第3の圧電素子の内のいずれか2つに選択的に交番信号を印加することにより、振動体1の縦振動と、互いに直交する方向の横(曲げ)振動の2つが組み合わさって、振動体1の表面上の点に楕円運動が生成される。例えば、(b)と(c)の組み合わせによって $x-z$ 面内の楕円運動が生成される。あるいは(b)と(d)の組み合わせによって $y-z$ 平面内の楕円運動が、(c)と(d)の組み合わせによって $x-y$ 平面内の楕円運動が生成される。

【0018】

従って、振動体の或る一部に移動体(図1の移動体2)を圧接すると、移動体を複数の方向に駆動することができる。ここでは、3相の圧電素子(第1の圧電素子、第2の圧電素子、第3の圧電素子)を組み合わせることにより、3軸回り(直交する3平面内)の楕円運動を形成することが可能となり、単一の振動体で直交する3平面内についての駆動が可能となるという振動型アクチュエータが実現できる。

【0019】

図1の本実施形態の振動型アクチュエータにおける振動体の基本的な構成は、上記の形態と同様である。ここでは、内径部にめねじ部が形成された第1の弾性体の振動子20-1と、中心部に穴が形成された第2の弾性体の振動子20-2と第3の弾性体の振動子20-3を有し、第1の弾性体の振動子20-1と第2の弾性体の振動子20-2の間及び第2の弾性体の振動子20-2と第3の弾性体の振動子20-3の間にそれぞれ圧電素子1-2、1-1を配置し、第3の弾性体の振動子20-3側から挿入した中心軸部材をなす締結ボルト22を第1の弾性体の振動子20-1のめねじ部に螺着することにより、第1の弾性体の振動子20-1と第2の弾性体の振動子20-2との間及び第2の弾性体の振動子20-2と第3の弾性体の振動子20-3との間にそれぞれ圧電素子1-2、1-1を挟持して一体的に連結されて形成されている。

【0020】

本実施形態において、第1の弾性体の振動子20-1と第2の弾性体の振動子20-2との間に配置される圧電素子1-2は、例えば、振動体に縦振動を励起する第1の圧電素子であり、また第2の弾性体の振動子20-2と第3の弾性体の振動子20-3との間に配置される圧電素子1-1は、例えば、 $x-z$ 平面内での曲げ振動を形成する第2の圧電素子と、 $y-z$ 平面内での曲げ振動を形成する第3の圧電素子であって、前記第2の圧電素子と前記第3の圧電素子は位置的に 90° の位相差を有して配置されている。

【0021】

第1の弾性体の振動子20-1の先端部には、例えば、球殻形状の移動体2と接触して軸線に対して斜めの内周面がテーパ面に形成されている。したがって、本実施形態において、振動体に形成される縦振動、2方向の曲げ振動のうち、2つの振動を組み合わせることによって、球殻形状の移動体2を x 軸、 y 軸、 z 軸周りにそれぞれ回転させることができる。例えば、図2の(c)と(d)の組み合わせによって z 軸周りに、(b)と(c)の組み合わせによって y 軸周りに、(b)と(d)の組み合わせによって x 軸周りに移動体2を回転させることができ、移動体2は、互いに直交する3軸周りに回転できる。こうして、振動子20の振動を制御することにより、移動体2を任意の軸回りに回転制御させられる。この場合、マイクロハンド3はこの移動体2の球面の中心にあるので、常に同じ位置において姿勢が変わるだけである。従って、姿勢制御動作を行っても、マイクロハンド3の位置は変化しないので、操作対象物が顕微鏡6の視野から外れることがない。

【0022】

また、マイクロハンド3の姿勢を制御する場合を述べたが、細胞などの操作対象物の姿勢を制御する場合は、マイクロハンド3で操作対象物を把持してからマイクロハンド3の姿勢を変えて、操作対象物を解放すればよい。この場合も操作対象物の位置は変わらないので顕微鏡6の視野から外れることはない。

【0023】

本実施形態の装置では、操作対象物の相対位置に関してはXYZステージ5で調整し、その姿勢、向きに関しては、振動子20-1～20-3の振動を制御する

ことで調整できる。

【0024】

図1では、棒状の振動子を示したが、図3あるいは図4に示すような振動子でも良い。図3の振動型アクチュエータの形態は単一の振動体200として、円柱形状の弾性体201と円板状の弾性体202とを接合させたものである。弾性体201は実際には2分割されて、間に2枚の電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子203、204を挟持している。円板状の弾性体202には表面に4つの電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子205a～205dが設けられている。

【0025】

圧電素子203は駆動部となる弾性体201を図3(c)に示すようにx軸方向に変位させるためのものである。圧電素子204は弾性体201をy軸方向に変位させるためのものである。図3(b)に示すように、圧電素子203と204とは分極位相を90°ずらしている。一方、圧電素子205a～dは全て同特性に分極されており、円板状の弾性体202を図3(d)に示すように屈曲させることにより、駆動部となる弾性体201をz軸方向に変位させるものである。

【0026】

駆動部となる弾性体201には球状の移動体206(図1の移動体2)が当接しており、圧電素子204と圧電素子205a～dに交番信号を例えば90°位相をずらして供給することにより、x軸回りに移動体206を回転させることができる。圧電素子203と圧電素子205a～dに交番信号を例えば90°位相をずらして供給することにより、y軸回りに移動体206を回転させることができる。一方、z軸回りに移動体206を回転させる場合には、圧電素子203と204に交番信号を例えば90°位相をずらして供給することになる。

【0027】

図4の振動型アクチュエータの形態は単一の振動体300として、円柱形状の弾性体301と円板状の弾性体302とを接合させたものである。弾性体301の内部には永久磁石(不図示)が組込まれており、磁性体で形成された移動体306(図1の移動体2)を常時、磁力により吸着して圧接力を得るようにしてい

る。弾性体 302 には、表面に 4 つの電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子（分極領域）303a～d が設けられている。圧電素子 303a～d は選択的に交番信号が供給されることにより、図 4（b）～（d）に示したように、駆動部としての弾性体 301 を x 軸方向に変位させ、y 軸方向に変位させ、もしくは z 軸方向に変位させることができる。そして、移動体 306 を x 軸回りに回転させる際には、y 軸方向の変位（図 4（c））と z 軸方向に変位（図 4（d））を、例えば 90° 位相差をもうけて与えればよく、y 軸回りの際には x 軸方向の変位（図 4（b））と z 軸方向の変位（図 4（d））を、例えば 90° の位相差を設けて与える。更に、z 軸回りに回転させたい際には、x 軸方向に変位（図 4（b））と y 軸方向の変位（図 4（c））を、例えば 90° の位相差を設けて与える。各圧電素子 303a～d への交番信号の供給については、上述の図 3 の形態の場合と同じである。

【0028】

また、特開平2002-272147号公報に示すような板状の振動子を使ってもよい。図 5 にそれを示す。ここでは、平板形状の振動体 402 の 4 辺のほぼ中央に接触突起部 PC1～PC4 を一体に形成するとともに、中央部に移動体（図 1 の移動体 2）吸着用の磁石 405 を有する突起部 PG、4 隅に突起部 PE1～PE4 を形成し、振動体 402 に圧電素子 403 を接着固定したものを振動子 401 とし、圧電素子 403 を駆動して振動子 401 に 3 つの異なる固有振動モード励起させ、これらを組合わせることで直交する 3 軸回りの回転、或いは 2 方向と 1 軸回りの回転など、多自由度の駆動が行える。

【0029】

図 1 において、移動体 2 の球の中心にはエンドエフェクタとして、マイクロハンド 3 を配置したが、これに限らず、操作対象物を切断したり穴を開けたりするマイクロ工具などでもよい。

【0030】

（第 2 の実施の形態）

図 6 は本発明の第 2 の実施の形態を説明する図である。図 6 において、1 から 5、7、20、22 は図 1 と同じなので説明を省く。6-1 と 6-2 は拡大観察用

の顕微鏡であり、この実施形態では上下2台の顕微鏡を使って視覚情報を多くして操作性を向上させたものである。この2台は同じ倍率でも良いが、例えば、下側の顕微鏡6-1の倍率を下げて広い視野を観察できるようにすると、拡大倍率は小さいが広い視野と視野は狭いが大きな拡大倍率の両方が同時に観察できる。

【0031】

また、8-1と8-2は光学センサであり、振動子20と移動体2との相対的な位置変化を検出するものである。上記の特開平10-65882号公報に開示されているような技術を使うことができる。センサ8-1と8-2は同じセンサであり、これら2箇所の球表面の移動情報から移動体2の回転軸と回転速度を得ることができる。センサ8-1と8-2は2次元の位置センサであれば、この方式に限るものではない。非接触光学式の例を図示したが、例えば、接触したボールの回転を2方向の軸周りの回転成分に分離して検出するボール式マウスのような方式のものでも良い。センサ8-1と8-2は固定フレーム9によりベース10に取り付けられている。振動子20は、圧電セラミックス1-2用の電極板部から径方向に伸びた腕部1-2'で固定フレーム9に取り付けられている。その他の点は、第1の実施形態と同じである。

【0032】

図7は多自由度振動型アクチュエータの軸を傾けた変形例を示す。図7はマイクロハンド3を2個使う場合などに有効である。移動体2の球殻がいろいろな向きに回転しても顕微鏡6やステージ5と干渉しないように制御すれば多自由度振動型アクチュエータの向きはいずれでも良いが、図1、図6のように顕微鏡6の光軸と多自由度振動型アクチュエータの軸を一致させた方が移動体2の可動範囲は広くなる。

【0033】

(第3の実施の形態)

図8は第3の実施の形態を説明する図である。ここでの方式は、1自由度の回転軸3つを1点で交わるようにして、その交点近傍にエンドエフェクタの中心を配置している。各軸は通常の回転モータで駆動、制御されるが、超音波モータ、静電モータなどでも良い。位置、速度をフィードバックするセンサは、通常の回

転型エンコーダ等でシステムを構成できる。

【0034】

図4は、マイクロハンド3の姿勢を制御する機構のみを図示している。XYZステージ5や顕微鏡6は上記の実施形態と同様に配置されるが、図4では省略している。11は通常の回転モータであり、エンコーダなどの位置センサを内蔵している。回転モータ11は顕微鏡6（不図示）の光軸であるZ軸に沿って固定フレーム9に固定される。その回転軸14にはアーム15が取り付けられ、アーム15の先端には回転モータ11と同様な回転モータ12が取り付けられている。回転モータ11の軸Zと回転モータ12の軸Yは直交している。回転モータ12の回転軸16にもアーム17が取り付けられ、アーム17の先端にはやはり同様な回転モータ13が取り付けられている。回転モータ12の軸Yと回転モータ13の軸Xは直交している。回転モータ13の回転軸18の先端にマイクロハンド3が取り付けられる。各回転モータ11、12、13の回転軸は、マイクロハンド3の先端部を通るようにしてある。このような機構でも、回転モータ11、12、13がどのように回転してもマイクロハンド3の先端部の位置は変わらず、第1の実施形態と同様の機能を持っている。

【0035】

X軸とY軸、Y軸とZ軸は直交するが、X軸とZ軸は必ずしも直交する必要はない。第1の実施形態の方がシンプルで剛性の高い機構であるが、制御が比較的複雑になる。反面、第3の実施形態は比較的機構が複雑で剛性が低いが、制御がシンプルである。

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のマニピュレータでは、回転自由な複数の全ての軸が1点で交わる機構を持ち、操作対象物を操作する操作部材（エンドエフェクタ）の先端部が該交点近傍に配設されることにより、操作部材の姿勢を変えてもその先端部は移動しない。従って、顕微鏡などで観察しながら操作対象物を操作する場合において、それを視野内に常に入れておくことができる。よって、エンドエフェクタあるいは操作対象物（微小物体など）の姿勢を制御するたびに顕微

鏡とエンドエフェクタの先端部の位置を合わせ直す必要がなく、極めて効率的な作業ができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態の主要部を説明する図である。

【図 2】

第 1 の実施形態で用いられる多自由度振動型アクチュエータの駆動原理を説明する図である。

【図 3】

多自由度振動型アクチュエータの他の例を説明する図である。

【図 4】

多自由度振動型アクチュエータの他の例を説明する図である。

【図 5】

多自由度振動型アクチュエータの他の例を説明する図である。

【図 6】

第 2 の実施形態を説明する図である。

【図 7】

上記実施形態の変形例を示す図である。

【図 8】

第 3 の実施形態の主要部を説明する図である。

【符号の説明】

1-1、1-2：圧電セラミックス

2：移動体

3：マイクロハンド

4：透明容器

5：XYZステージ

6、6-1、6-2：顕微鏡などの拡大観察装置

7：マグネット

8-1、8-2：2次元位置センサあるいは2次元速度センサ

9：固定フレーム

10：ベース

11、12、13：位置センサ内蔵回転モータ

14：回転モータ11の回転軸

15：回転軸14に取り付けられたアーム

16：回転モータ12の回転軸

17：回転軸16に取り付けられたアーム

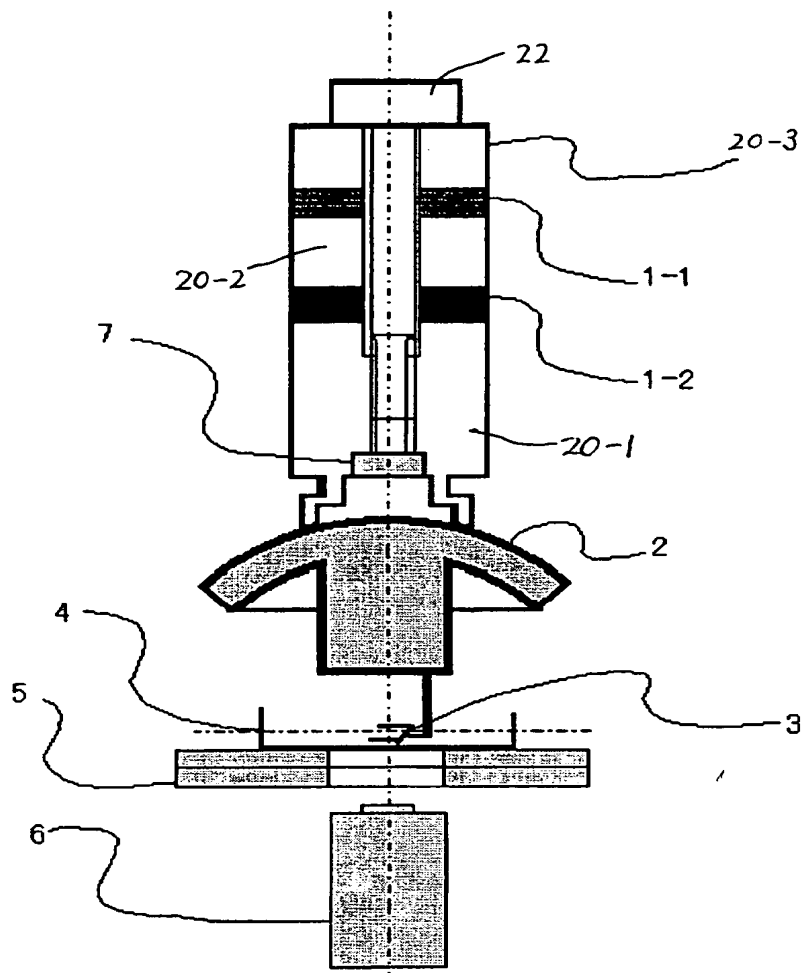
18：回転モータ13の回転軸

20-1、20-2、20-3：多自由度振動型アクチュエータの振動子

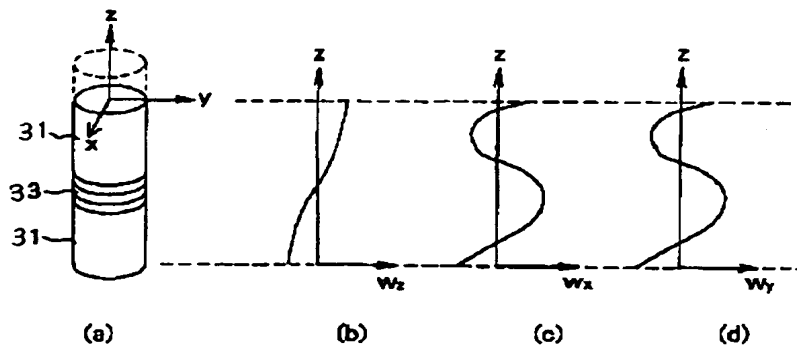
22：締結ボルト

【書類名】 図面

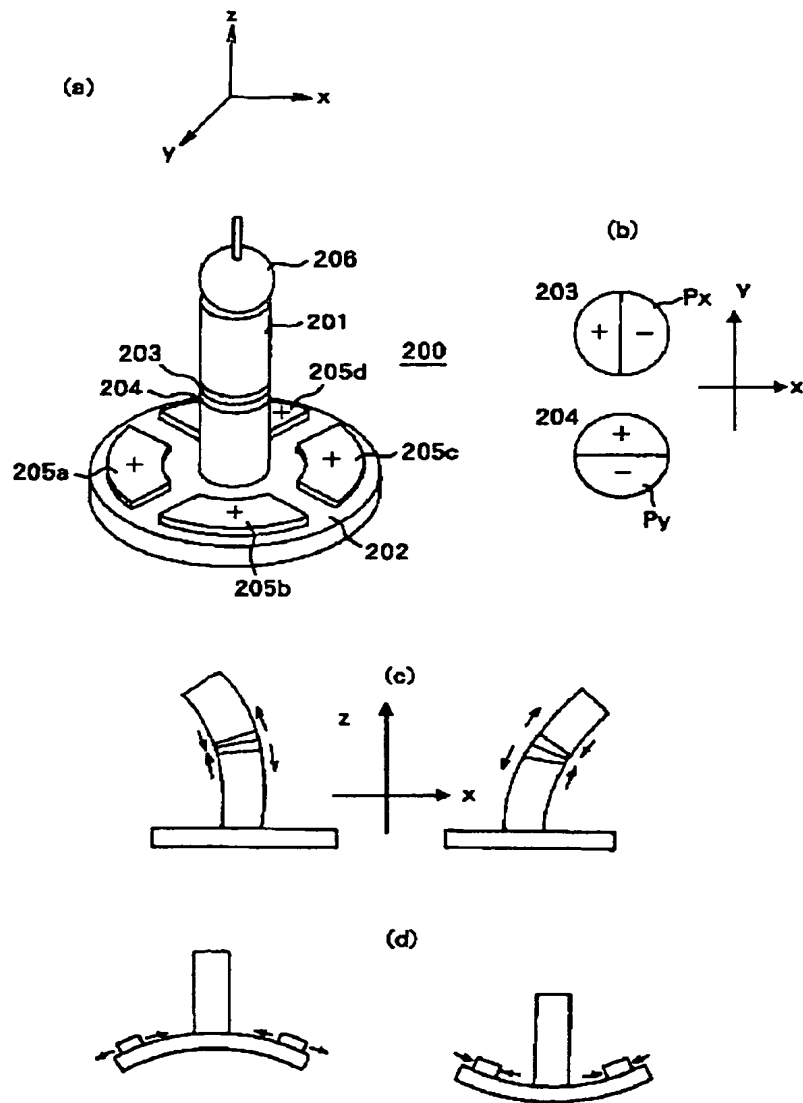
【図 1】



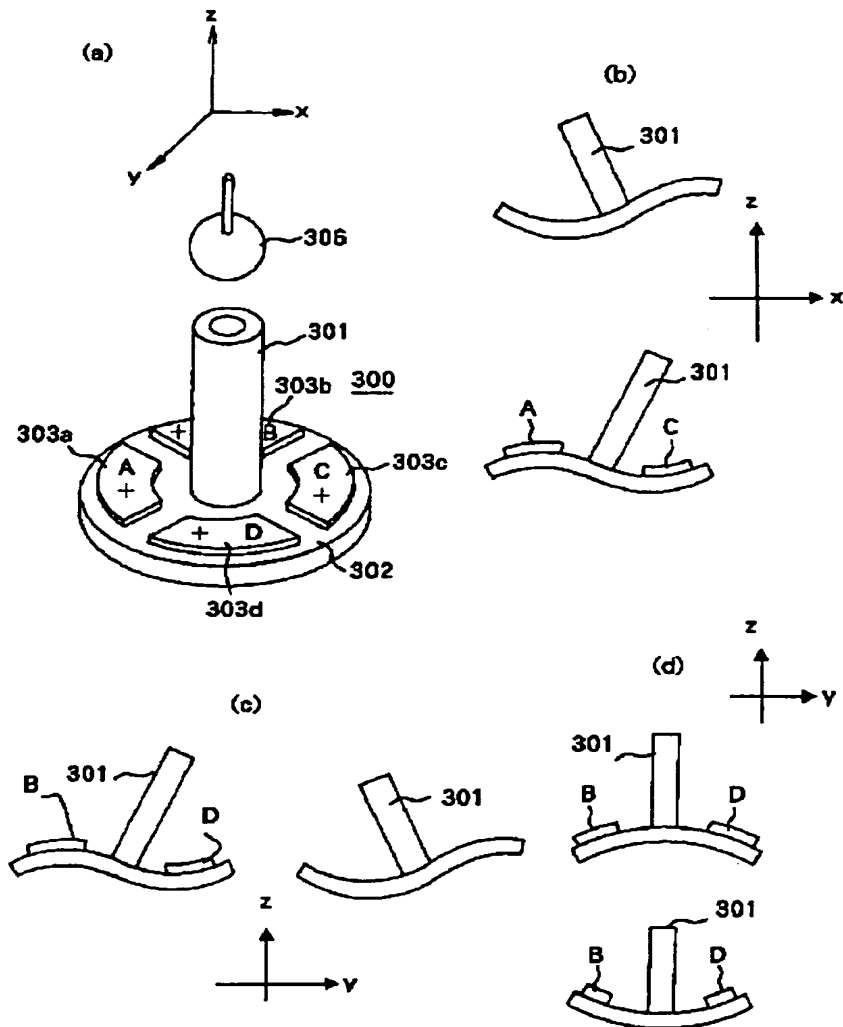
【図 2】



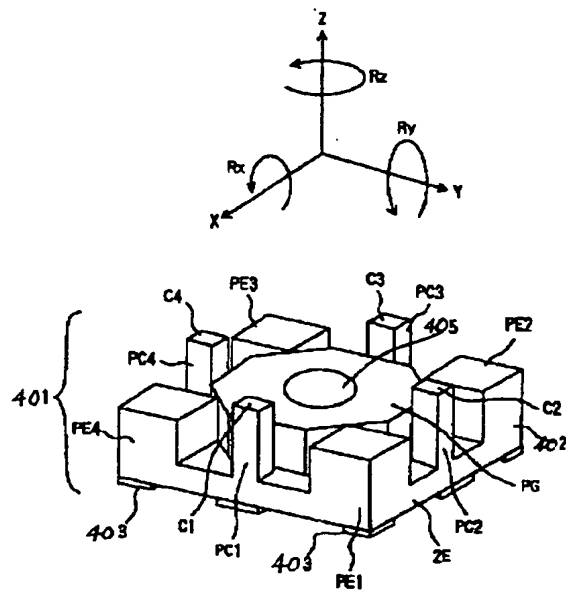
【図 3】



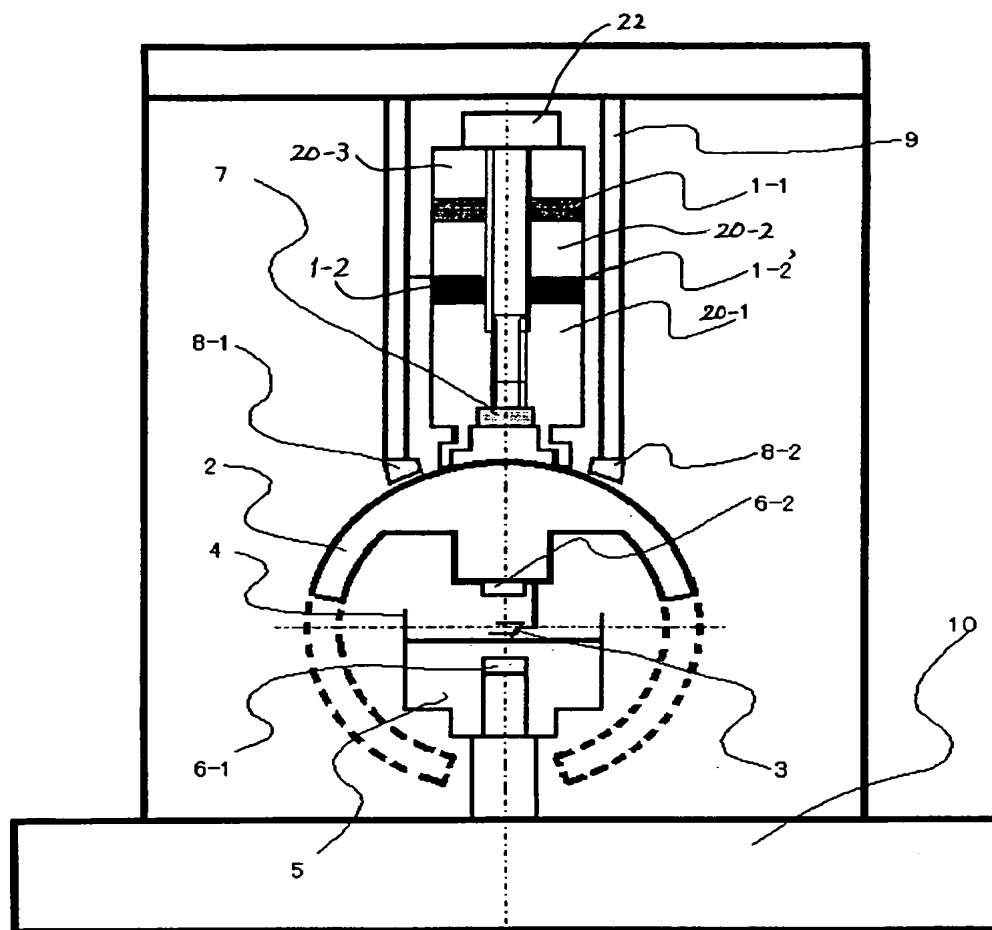
【図 4】



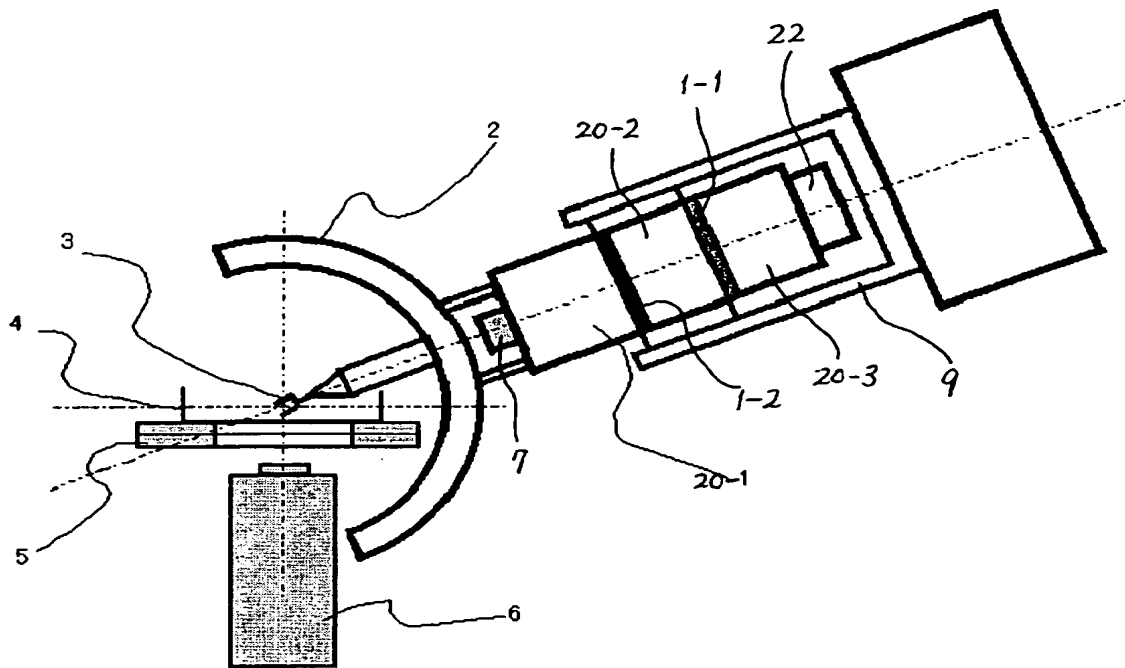
【図 5】



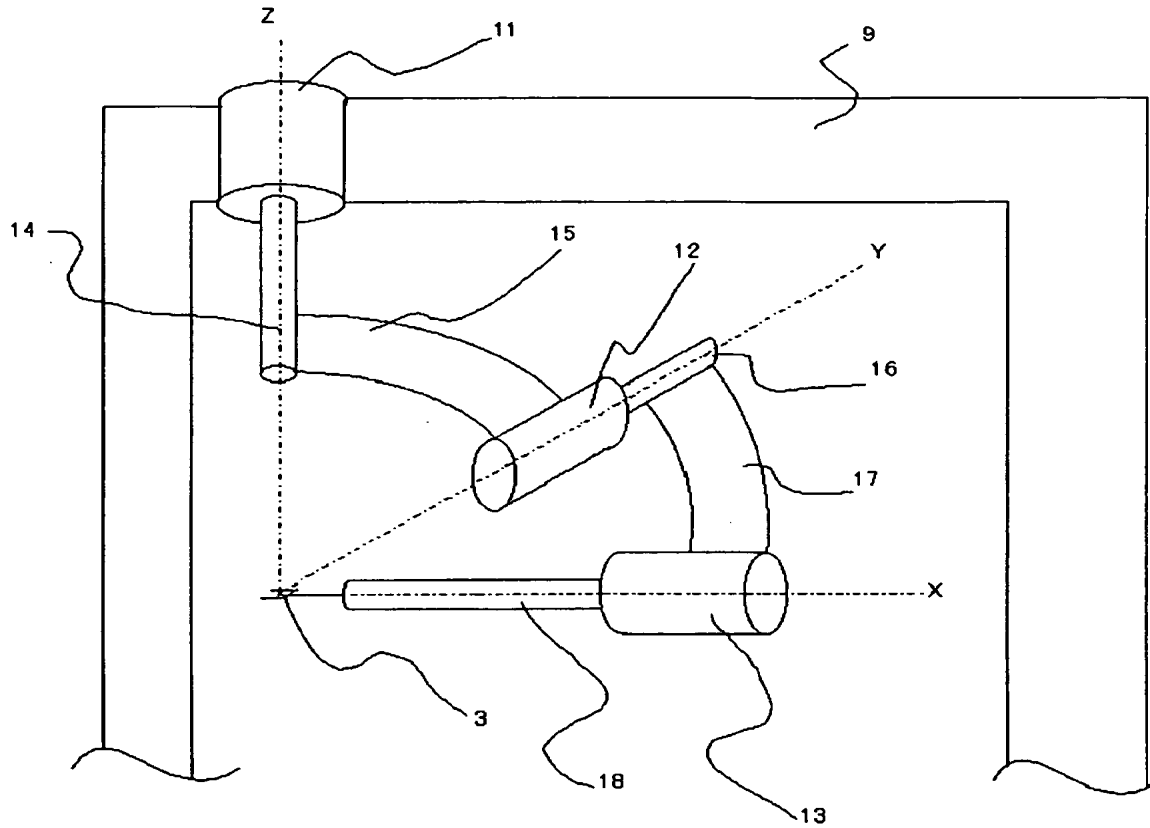
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 操作部材の姿勢を変えてもその先端部は移動しないマニピュレータ、それを用いた微小物操作装置である。

【解決手段】 マニピュレータにおいて、複数の回転自由軸でもって駆動、制御される操作対象物用操作部材 3 を有し、複数の回転自由軸の全てが 1 点で交わりと共に操作部材 3 の操作先端部がこの交点近傍に配設される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 6 6 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社